



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07168065 A**(43) Date of publication of application: **04.07.95**

(51) Int. Cl. **G02B 6/42**
G02B 6/32
H01L 33/00
H01S 3/18

(21) Application number: **05342390**(22) Date of filing: **13.12.93**(71) Applicant: **MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD**(72) Inventor: **TOJO MASAOKI
KURATA NOBORU**(54) **OPTICAL SEMICONDUCTOR MODULE**

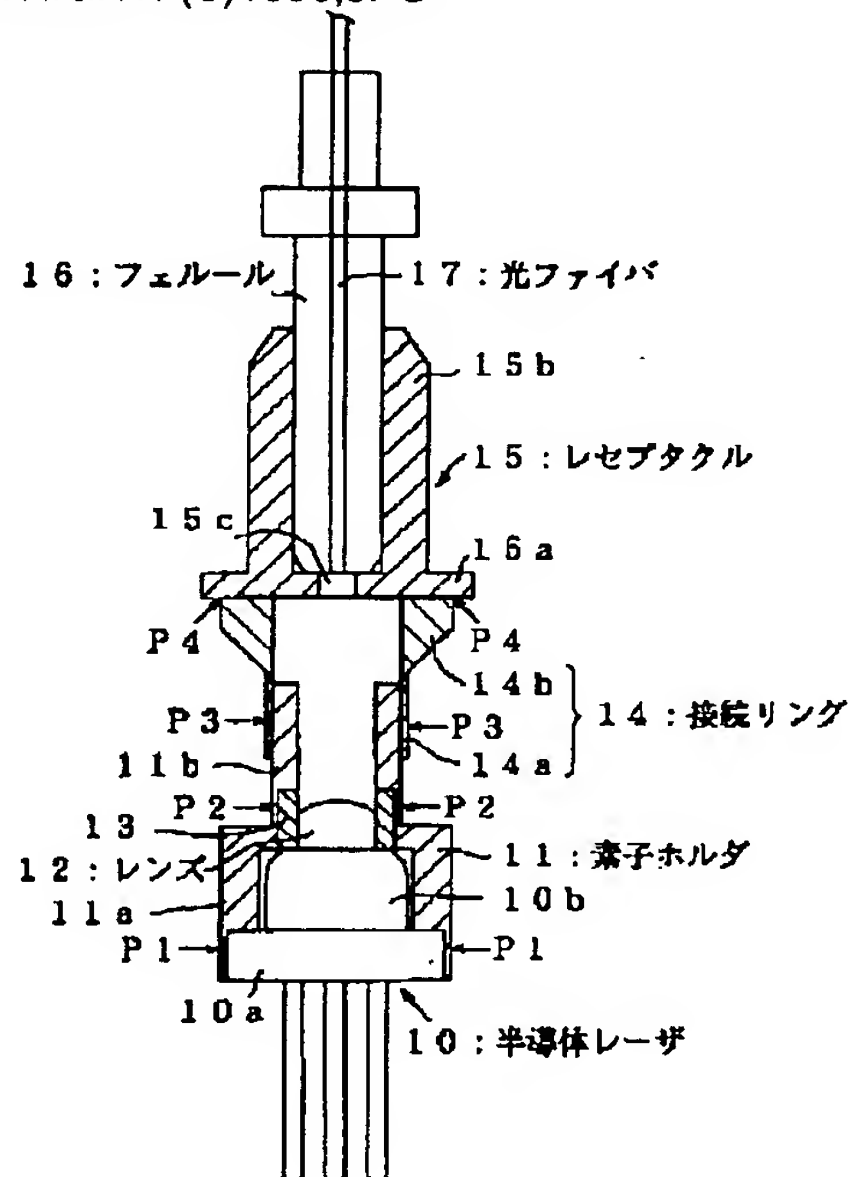
every component is clamped tight.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

PURPOSE: To actualize such an optical semiconductor module that is available in an E/O converter in an optical fiber communication and excellent in coupling efficiency.

CONSTITUTION: A lens holder 13 clamped with a lens 12 is attached to an element holder 11, and also a semiconductor laser 10 is concentrically attached to it. In addition, a ferrule 16 held with an optical fiber 17 is inserted into a cylindrical part 15b of a receptacle 15. A flange part 15a is installed in this receptacle 15, forming a joining surface there. In succession, one side of connecting rings 14 is made contact with the flange part 15a, and the other side is inserted into a cylindrical part 11b of the element holder 11. Next, the semiconductor laser 10 is radiated, and thereby a contact surface to the flange part 15a of the connecting rings 14 and an inserted value to the cylindrical part 11b both are varied to some extent, seeking a position where a quantity of light entering into the optical fiber 17 becomes maximized. Subsequently each of arrows P1 to P4 is welded by a YAG laser beam, and thus



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 1 6 8 0 6 5

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 7 月 4 日

(51) Int. Cl.

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G02B 6/42

6/32

H01L 33/00

M

H01S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数 10 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平 5 - 3 4 2 3 9 0

(22) 出願日 平成 5 年 (1993) 12 月 13 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 8 2 1

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

(72) 発明者 東城 正明

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下

電器産業株式会社内

(72) 発明者 倉田 昇

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下

電器産業株式会社内

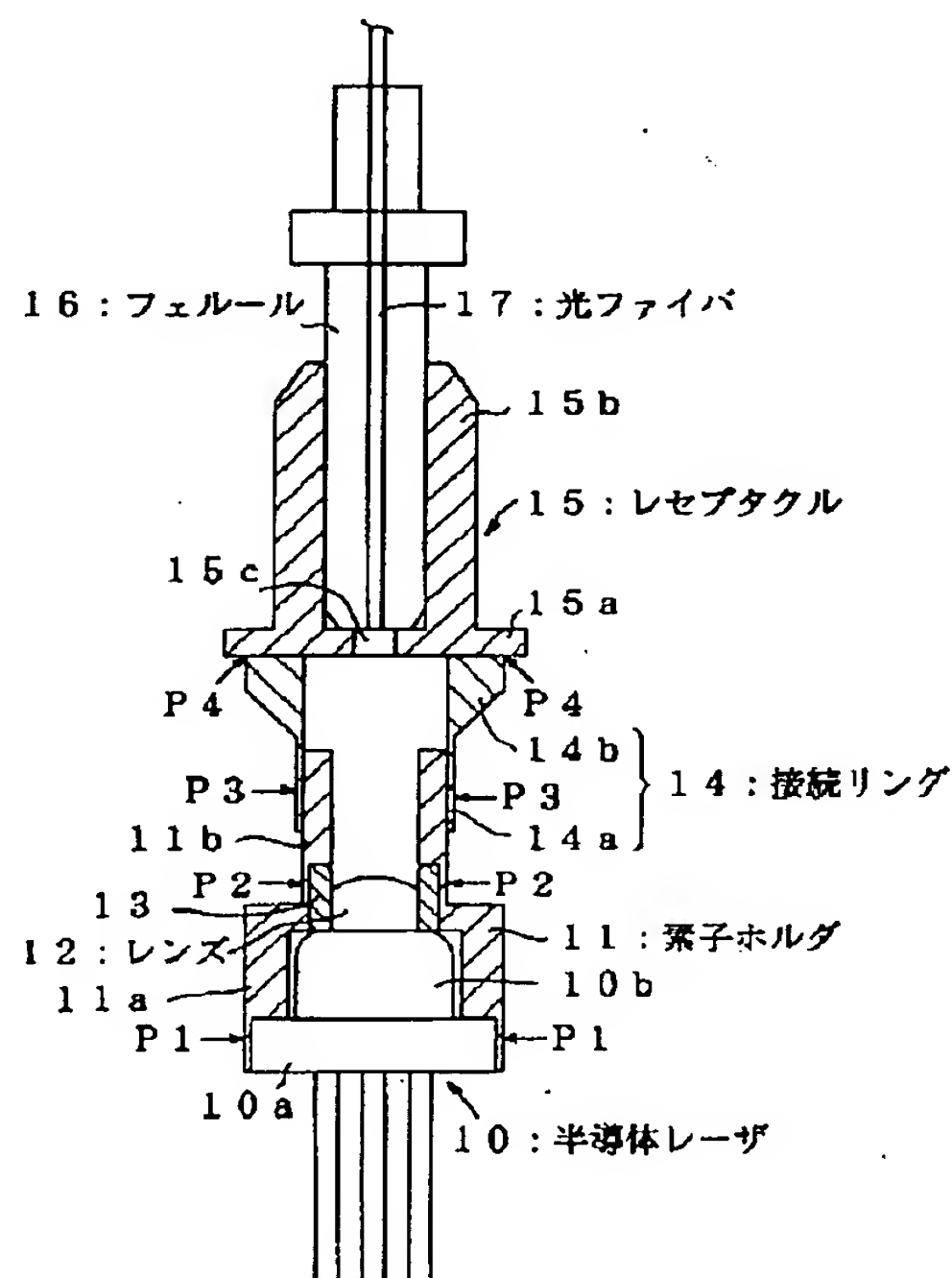
(74) 代理人 弁理士 岡本 宜喜

(54) 【発明の名称】 光半導体モジュール

(57) 【要約】

【目的】 光ファイバ通信の E/O 変換部に用いられ、結合効率の高い光半導体モジュールを実現すること。

【構成】 素子ホルダ 11 に、レンズ 12 を固定したレンズホルダ 13 を取付け、更に半導体レーザ 10 を同軸に取り付ける。又光ファイバ 17 を保持したフェルルール 16 をレセプタクル 15 の円筒部 15 b に挿入する。レセプタクル 15 にフランジ部 15 a を設けて接合面を形成する。次に接続リング 14 の一方をフランジ部 15 a に当接させ、他方を素子ホルダ 11 の円筒部 11 b に挿入する。半導体レーザ 10 を発光させ、接続リング 14 のフランジ部 15 a に対する当接面と、円筒部 11 b に対する挿入量とを変化させ、光ファイバ 17 への入射光量が最大となる位置を探す。次に矢印 P1 ~ P4 の部分を YAG レーザ光で溶接し、各部品を固定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 円筒形のレンズホルダに挿入固定された収束用のレンズと、

前記レンズの光軸と同軸に取付けられた半導体レーザと、

前記レンズホルダと前記半導体レーザとを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、

前記素子ホルダが挿入される軸方向に摺動自在の円筒部、及び該円筒部の一端に中心軸と直角な接合面を有する接合部が形成された接続リングと、

前記接続リングの接合面と接合するフランジ部、及び該フランジ部と同軸に形成された円筒部を有するレセプタクルと、

前記レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、

前記接続リングの円筒部と前記素子ホルダの外周面円筒部とを軸方向に摺動させ、前記レセプタクルと前記接続リングとを軸方向と直角面内で摺動させながら前記半導体レーザを発光させ、前記光ファイバに入射される位置で夫々固定することを特徴とする光半導体モジュール。

【請求項 2】 前記レセプタクルのフランジ部は、前記接続リングの接合部より接合面積が大きいことを特徴とする請求項 1 記載の光半導体モジュール。

【請求項 3】 円環状のフランジ部と凸状のレンズ部が同軸に設けられた収束用のレンズと、

前記レンズの外周部を保持する環状のスペーサと、

前記レンズの光軸と同軸に取付けられた半導体レーザと、

前記スペーサ、前記レンズ、及び前記半導体レーザを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、

前記素子ホルダが挿入される軸方向に摺動自在の円筒部、及び該円筒部の一端に中心軸と直角な接合面を有する接合部が形成された接続リングと、

前記接続リングの接合面と接合するフランジ部、及び該フランジ部と同軸に形成された円筒部を有するレセプタクルと、

前記レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、

前記接続リングの円筒部と前記素子ホルダの外周面円筒部とを軸方向に摺動させ、前記レセプタクルと前記接続リングとを軸方向と直角面内で摺動させながら前記半導体レーザを発光させ、前記光ファイバに入射される位置で夫々固定することを特徴とする光半導体モジュール。

【請求項 4】 前記レンズは、非球面レンズであることを特徴とする請求項 1, 2, 3 のうち何れか 1 項記載の光半導体モジュール。

【請求項 5】 球体状のボールレンズと、

前記ボールレンズの光軸と同軸に取付けられ、レーザ光を出射する保護キャップ付きの半導体レーザと、

前記半導体レーザと前記ボールレンズとの間に取付けら

れ、前記半導体レーザの出射光を収束するレンズと、

前記レンズを同軸に保持し、前記半導体レーザのステムに接合されるレンズキャップと、

前記レンズキャップと前記半導体レーザとを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、

前記素子ホルダの筒端面と接合する接合面と前記ボールレンズの挿入孔とを有する固定部、該固定部と同軸に形成された円筒部とが一体に形成されたレセプタクルと、

前記レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、

前記レセプタクルと前記素子ホルダとを軸方向と直角面内で摺動させながら前記半導体レーザを発光させ、前記光ファイバに入射される位置で固定することを特徴とする光半導体モジュール。

【請求項 6】 前記ボールレンズの有効口径は、前記レンズの有効口径より大きいことを特徴とする請求項 5 記載の光半導体モジュール。

【請求項 7】 前記レンズは、前記半導体レーザから出射したレーザ光を平行光に変換するものであり、

前記ボールレンズは、前記レンズから出射した平行光を集光して前記光ファイバに入射させるものであることを特徴とする請求項 5 記載の光半導体モジュール。

【請求項 8】 ボールレンズの周囲を 4 角柱状又は少なくとも平行な 2 面以上を平面に切り落とした角柱レンズと、

前記角柱レンズの中心軸に沿ってコの字型の切り込み孔を設け、前記角柱レンズを保持するレンズホルダと、

前記角柱レンズの光軸と同軸に取付けられ、レーザ光を出射する保護キャップ付きの半導体レーザと、

前記半導体レーザと前記角柱レンズとの間に取付けら

れ、前記半導体レーザの出射光を収束するレンズと、

前記レンズを同軸に保持し、前記半導体レーザのステムに接合されるレンズキャップと、

前記レンズキャップと前記半導体レーザとを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、

前記素子ホルダの筒端面と接合する接合面と前記レンズホルダの挿入孔とを有する固定部、該固定部と同軸に形成された円筒部とが一体に形成されたレセプタクルと、

前記レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、

前記レセプタクルと前記素子ホルダとを軸方向と直角面内で摺動させながら前記半導体レーザを発光させ、前記光ファイバに入射される位置で固定することを特徴とする光半導体モジュール。

【請求項 9】 前記レンズが固定された前記レンズキャップを、前記半導体レーザの保護キャップに代わってステムに接合し、前記半導体レーザのレーザチップを外気から密閉することを特徴とする請求項 5 又は 8 記載の光半導体モジュール。

【請求項 10】 前記半導体レーザ及び前記レンズキャ

ップの中心軸を、前記光ファイバの光軸と一致しないように配置したことを特徴とする請求項 5 記載の光半導体モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体発光素子から光ファイバに光を入射する光半導体モジュールに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光ファイバによる光通信に用いられる光半導体モジュールにおいて、半導体発光素子から出射した光を効率よく光ファイバに結合することが求められている。従来の光半導体モジュールについて図 7 を用いて説明する。図 7 は従来の光半導体モジュールの構成例を示す縦断面図である。

【0003】本図において半導体レーザ 1 はレセプタクル 2 に取付けられる。半導体レーザ 1 において、ステム 1 a 上にマウント 1 b が接合され、マウント 1 b の側面にシリコン製のサブマウント 1 c を介してレーザチップ 1 d が取付けられている。レーザチップ 1 d は電流駆動によりその接合部からコヒーレント光（レーザ光）を発振するチップであり、レーザ光はステム 1 a の垂直方向に出射される。ステム 1 a には保護キャップ 1 e が接合され、レーザチップ 1 d を外気から保護している。保護キャップ 1 e の頭部中央には開口が設けられ、レンズ 1 f が固定されている。レンズ 1 f はレーザチップ 1 d から出射したレーザ光を収束させるレンズであり、例えば 1 mm φ の小径レンズが用いられる。

【0004】レセプタクル 2 は半導体レーザ 1 を同軸に保持し、光ファイバ 3 にレーザ光を入射させるものである。レセプタクル 2 はレーザチップ 1 d の熱をステム 1 a を介して放熱する機能も有しており、金属製である。レセプタクル 2 は、半導体レーザ 1 を保持するための円筒部 2 a、レセプタクル 2 自身を外部に固定するためのフランジ部 2 b、光ファイバ 3 と結合するための結合部 2 c とが一体に形成されたものである。結合部 2 c は中心軸に沿って円筒状の孔が切り欠かれ、フェルール 4 が挿入される。又結合部 2 c の外周面には雄ねじが形成され、中心軸の孔と外周面との間に環状の切欠き溝が設けられ、フレーム 5 が挿入される。

【0005】フェルール 4 は光ファイバ 3 の端部を同軸に保持し、光ファイバ 3 のコア端面を半導体レーザ 1 の光軸に合わせる機能を有している。フェルール 4 は鏝部を有しており、この鏝部を介してフレーム 5 に保持されている。フレーム 5 はその外周部が締め付けナット 6 に保持され、締め付けナット 6 に内面に形成された雌ねじとレセプタクル 2 の雄ねじの噛合により、光ファイバ 3 が所定位置に結合される。

【0006】以上のように構成された従来例の光半導体モジュールの組立方法と動作について簡単に説明する。

先ず半導体レーザ 1 はレーザチップ 1 d をサブマウント 1 c の側面に接合し、サブマウント 1 c をマウント 1 b を介してステム 1 a に取り付ける。次にレーザチップ 1 d を外気から保護することと、レーザチップ 1 d から出射したレーザ光を集光するためにレンズ 1 f 付きの保護キャップ 1 e をステム 1 a にかぶせて溶接して組み立てる。

【0007】次に、フェルール 4 の穴に光ファイバ 3 を挿入固定し、先端を鏡面研磨する。そしてこのフェルール 4 をレセプタクル 2 に挿入する。フェルール 4 のレセプタクル 2 に対する挿抜を容易にするため、フェルール 4 の外側の締め付けナット 6 を回転させてフェルール 4 をレセプタクル 2 に固定する。フェルール 4 を引き抜くときには、締め付けナット 6 を緩めてフレーム 5 を引くと、フェルール 4 を容易に引き抜くことができる。

【0008】レンズ 1 f を設けた半導体レーザ 1 を、レセプタクル 2 に対して中心軸と直角方向に微動させて位置調整を行い、レセプタクル 2 の円筒部 2 a と半導体レーザ 1 のステム 1 a とを半田付けにより固定する。このように組み立てられた光半導体モジュールにおいて、レーザチップ 1 d から出射したレーザ光はレンズ 1 f で集光され、光ファイバ 8 に入射する。このような構造の光半導体モジュールは例えば特開平 1 - 5 2 1 0 3 号に開示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら上記の構成では、レーザチップ 1 d から出射したレーザ光を集光するために直径 1 mm 位の小さなレンズ 1 f を用いている。このためレーザチップ 1 d から見た開口角が小さく、レンズ 1 f はレーザチップ 1 d から出射した光の一部しか集光できない。従って、コア径が 50 μm の光ファイバ 8 でマルチモード光を伝送するときの光の結合効率は、20 % 程度と小さくなる欠点があった。又、半導体レーザ 1 の位置調整を容易にするため、レンズ 1 f とレーザチップ 1 d の中心軸が一致するように位置を調整した後、保護キャップ 1 e を半導体レーザ 1 のステム 1 a に固定しなければならないという問題を有していた。

【0010】本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであって、半導体レーザと光ファイバとの結合を行い、光の結合効率を向上し、結合部品の位置調整を容易にする光半導体モジュールを実現することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本願の請求項 1 の発明は、円筒形のレンズホルダに挿入固定された収束用のレンズと、レンズの光軸と同軸に取り付けられた半導体レーザと、レンズホルダと半導体レーザとを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、素子ホルダが挿入される軸方向に摺動自在の円筒部、及び該円筒部の一端に中心軸と直角な接合面を有する接合部が形成された接続リングと、接

続リングの接合面と接合するフランジ部、及び該フランジ部と同軸に形成された円筒部を有するレセプタクルと、レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、接続リングの円筒部と素子ホルダの外周面円筒部とを軸方向に摺動させ、レセプタクルと接続リングとを軸方向と直角面内で摺動させながら半導体レーザを発光させ、光ファイバに入射される位置で夫々固定することを特徴とするものである。

【0012】本願の請求項2の発明では、レセプタクルのフランジ部は、接続リングの接合部より接合面積が大きいことを特徴とするものである。

【0013】本願の請求項3の発明は、円環状のフランジ部と凸状のレンズ部が同軸に設けられた収束用のレンズと、レンズの外周部を保持する環状のスペーサと、レンズの光軸と同軸に取付けられた半導体レーザと、スペーサ、レンズ、及び半導体レーザを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、素子ホルダが挿入される軸方向に摺動自在の円筒部、及び該円筒部の一端に中心軸と直角な接合面を有する接合部が形成された接続リングと、接続リングの接合面と接合するフランジ部、及び該フランジ部と同軸に形成された円筒部を有するレセプタクルと、レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、接続リングの円筒部と素子ホルダの外周面円筒部とを軸方向に摺動させ、レセプタクルと接続リングとを軸方向と直角面内で摺動させながら半導体レーザを発光させ、光ファイバに入射される位置で夫々固定することを特徴とするものである。

【0014】本願の請求項4の発明は、レンズを非球面レンズとすることを特徴とするものである。

【0015】本願の請求項5の発明は、球体状のボールレンズと、ボールレンズの光軸と同軸に取付けられ、レーザ光を出射する保護キャップ付きの半導体レーザと、半導体レーザとボールレンズとの間に取付けられ、半導体レーザの出射光を収束するレンズと、レンズを同軸に保持し、半導体レーザのステムに接合されるレンズキャップと、レンズキャップと半導体レーザとを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、素子ホルダの筒端面と接合する接合面とボールレンズの挿入孔とを有する固定部、該固定部と同軸に形成された円筒部とが一体に形成されたレセプタクルと、レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、レセプタクルと素子ホルダとを軸方向と直角面内で摺動させながら半導体レーザを発光させ、光ファイバに入射される位置で固定することを特徴とするものである。

【0016】本願の請求項6の発明では、ボールレンズの有効口径は、レンズの有効口径より大きいことを特徴とするものである。

【0017】本願の請求項7の発明では、レンズは、半導体レーザから出射したレーザ光を平行光に変換するものであり、ボールレンズは、レンズから出射した平行光を集光して光ファイバに入射させることを特徴とするものである。

【0018】本願の請求項8の発明は、ボールレンズの周囲を4角柱状又は少なくとも平行な2面以上を平面に切り落とした角柱レンズと、角柱レンズの中心軸に沿ってコの字型の切り込み孔を設け、角柱レンズを保持するレンズホルダと、角柱レンズの光軸と同軸に取付けられ、レーザ光を出射する保護キャップ付きの半導体レーザと、半導体レーザと角柱レンズとの間に取付けられ、半導体レーザの出射光を収束するレンズと、レンズを同軸に保持し、半導体レーザのステムに接合されるレンズキャップと、レンズキャップと半導体レーザとを同軸に保持する筒状の素子ホルダと、素子ホルダの筒端面と接合する接合面とレンズホルダの挿入孔とを有する固定部、該固定部と同軸に形成された円筒部とが一体に形成されたレセプタクルと、レセプタクルの円筒部に挿脱自在に取付けられ、光ファイバを同軸に保持するフェルールと、を具備し、レセプタクルと素子ホルダとを軸方向と直角面内で摺動させながら半導体レーザを発光させ、光ファイバに入射される位置で固定することを特徴とするものである。

【0019】本願の請求項9の発明は、レンズが固定されたレンズキャップを、半導体レーザの保護キャップに代わってステムに接合し、半導体レーザのレーザチップを外気から密閉することを特徴とするものである。

【0020】本願の請求項10の発明は、半導体レーザ及びレンズキャップの中心軸を、光ファイバの光軸と一致しないように配置したことを特徴とするものである。

【0021】

【作用】このような特徴を有する本願の請求項1の発明によれば、レンズと半導体レーザを素子ホルダに組み込むと同時にレンズを固定しているで、レンズの固定工程を省くことができる。又、レンズと半導体レーザを固定した素子ホルダの位置を接続リングに対して軸方向に動かし、更に接続リングをレセプタクルの軸と直角方向に動かす。そして光ファイバに光を入射する位置で固定する。こうすると結合効率の高い半導体モジュールを容易に組み立てられる。

【0022】又本願の請求項2の発明によれば、位置調整するレセプタクルと接続リングにおいて、レセプタクルのフランジ部を接続リングの接合部より大きくしているので、位置調整のため接続リングを少々動かしても、常に接続リングがレセプタクルに完全に当接する。このため両部品を完全に密着固定することができる。

【0023】又本願の請求項3の発明によれば、スペーサを介してレンズの焦点距離を調整し、この焦点に半導体レーザの発光部を位置決めする。こうするとレンズホ

ルダを用いずにレンズ、スペーサ、及び半導体レーザの固定を同時に行えることとなる。

【0024】又本願の請求項5の発明によれば、有効口径が大きなレンズを有するレンズキャップとボールレンズを用いることにより、結合効率の高い光学系が構成される。そしてレセプタクルに挿入したボールレンズとフェルールに保持された光ファイバを光軸と直角方向に位置調整して、光ファイバに光を入射する位置で固定する。

【0025】又本願の請求項6の発明によれば、ボールレンズの有効口径がレンズキャップのレンズより大きいので、レンズキャップのレンズから出射したレーザ光を全てボールレンズで集光できる。このため高い結合効率を得られる。

【0026】又本願の請求項7の発明によれば、レンズキャップのレンズはレーザ光を平行光にし、ボールレンズがこの平行光を集束する。このため素子ホルダとレセプタクル間は平行光で結合され、中心軸と直角方向の光軸調整だけを行うことにより、高い結合効率を得られる。

【0027】又本願の請求項8の発明によれば、ボールレンズを4角柱状に切断して角柱レンズを作り、このレンズを外形が円柱型で内面がコの字型に切り込まれたレンズホルダに挿入固定することにより、角柱レンズをレセプタクルに容易に固定することができる。

【0028】更に本願の請求項10の発明によれば、中心軸のずれた半導体レーザからレンズキャップ及びボールレンズにレーザ光を入射させることにより、レンズ面で反射したレーザ光は半導体レーザの発光部に戻らなくなる。このため半導体レーザの発振が安定する。

【0029】

【実施例】本発明の第1実施例の光半導体モジュールについて図1を用いて説明する。図1は第1実施例の光半導体モジュールの構成を示す縦断面図である。本図において半導体レーザ10は素子ホルダ11に取付けられる。半導体レーザ10は従来例と同様にステム10a上に図示しないレーザチップが取付けられ、保護キャップ10bがステム10aに接合されている。

【0030】素子ホルダ11は、半導体レーザ10、レンズ12、レンズホルダ13を夫々保持するホルダであり、段付円筒状に形成された鉄系金属で構成される。素子ホルダ10の下側に位置する円筒部11aの内部は、同じく段付円筒状に切り欠かれ、半導体レーザ10のステム10aと保護キャップ10bとを収納している。又素子ホルダ11の上側に位置する細長い円筒部11bの内部も段付円筒状に切り欠かれ、円筒状のレンズホルダ13が挿入されている。レンズ12は半導体レーザ10のレーザ光を収束する非球面レンズで、そのNA（開口数）値は例えば0.5であり、レンズホルダ13の内部に挿入される。

【0031】素子ホルダ11の円筒部11bの外周面に接続リング14が挿入されている。接続リング14は素子ホルダ11と後述するレセプタクル15とを接続するリングであり、鉄系金属で構成される。接続リング14は薄肉の円筒部14aと厚肉の接合部14bとが一体に形成されたものである。円筒部14aの内面は素子ホルダ11の円筒部11bに対してレーザ光の光軸方向に摺動自在となるよう仕上げられており、組立時に最適の位置で溶接される。又接続リング14における接合部14bの上端面は円環状の接合面となるよう平坦に加工されており、レセプタクル15の接続端面に対し、溶接前は光軸方向と直角面内に摺動可能となっている。

【0032】レセプタクル15はフェルール16を同軸に保持し、光ファイバ17にレーザ光を入射させるものである。レセプタクル15も鉄系金属で構成され、フランジ部15aと円筒部15bが一体に形成されている。フランジ部15aの下方端面は平坦に仕上げられ、接続リング14の接続部14bより接合面積が広い。フランジ部15aの中心には光ファイバ17に対しレーザ光を入射できるよう孔15cが開口されている。

【0033】フェルール16は光ファイバ17の端部を同軸に保持し、光ファイバ17のコア端面を半導体レーザ10の光軸に合わせる機能を有している。フェルール16の下方端面は鏡面に仕上げられており、フランジ部15aと当接する。又フェルール16の上方には鍔部が形成され、レセプタクル15に対する挿脱を容易にしている。

【0034】このような部品で構成される光半導体モジュールを組み立てるには、先ずレンズ12をレンズホルダ13に圧入して固定する。次にレンズ12が取付けられたレンズホルダ13、半導体レーザ10をこの順序に素子ホルダ11の円筒部11aの下から挿入する。そして半導体レーザ10のステム10aから上方に圧力を加えた状態で矢印P1の部分にYAGレーザ光を照射して、半導体レーザ10と素子ホルダ11を溶接する。この工程により、レンズ12を固定したレンズホルダ13は円筒部11bの内部接触面で保護キャップ10bと接触し、素子ホルダ11と半導体レーザ10に挟まれて固定される。尚、レンズホルダ13と素子ホルダ11を確実に固定する場合には、矢印P2で示す部分にYAGレーザ光を照射して溶接してもよい。

【0035】次に、光ファイバ17をフェルール16の中心孔に挿入して固定し、フェルール16の先端面を鏡面研磨する。そしてフェルール16をレセプタクル15に挿入する。半導体レーザ10から出射したレーザ光はレンズ12で集光される。集光されたレーザ光はレセプタクル15の孔15cを通過する。このときレーザ光ができるだけ多く光ファイバ17に入射するように、接続リング14の接合部14bをフランジ部15aに対して位置決めする。そして素子ホルダ11に対して接続リン

グ 1 4 を光軸方向に微動させる。更にレセプタクル 1 5 に対して接続リング 1 4 の接合部 1 4 b を光軸と直角方向に再度微動させて、光ファイバ 1 7 への入射光量が最大になったところを検出する。

【 0 0 3 6 】 こうすると、レンズ 1 2 の N A 値は 0.5 と大きいので、コア径 5 0 μ m の光ファイバ 1 7 への結合効率は、最大で 9 0 % に達する。又接続リング 1 4 の溶接部である円筒部 1 4 a は板厚が 0.2 m m と薄いので、Y A G レーザ光により矢印 P 3 の部分を容易に溶接固定することができる。次に、接続リング 1 4 をレセプタクル 1 5 に対して光軸と直角方向に再び動かして、光ファイバ 1 7 への入射光量が最大になった位置で矢印 P 4 の部分に Y A G レーザ光を照射して溶接する。レセプタクル 1 5 のフランジ部 1 5 a と接続リング 1 4 の上面で接しており、又フランジ部 1 5 a の接触面の方が接合部 1 4 b の接触面よりも広い。このため接続リング 1 4 を素子ホルダ 1 1 と共に光軸の直角方向に動かしても、レセプタクル 1 5 のフランジ部 1 5 a の範囲内で接続リング 1 4 を安定に位置調整ができる。即ち両者は常に平面で密着しているので、レーザ光の光軸が光ファイバ 1 7 に対して調整中に傾斜することはない。

【 0 0 3 7 】 このように第 1 実施例による光半導体モジュールによれば、半導体レーザ 1 0 の光の利用効率が向上し、その光軸と光ファイバ 1 7 の光軸合わせが確実にできる。又、結合部における素子ホルダ 1 1 とレセプタクル 1 5 の軸方向の距離調整も確実にできる。更にレンズ 1 2 と半導体レーザ 1 0 を素子ホルダ 1 1 に挿入して固定したとき、レンズ 1 2 は素子ホルダ 1 1 と半導体レーザ 1 0 で挟まれているので、レンズ 1 2 の固定工程を省略することができる。又、レセプタクル 1 5 と接続リング 1 4 の接触面が接続リング 1 4 より大きいので、接続リング 1 4 の縁がレセプタクル 1 5 の縁より飛び出すことがなく、両者を確実に Y A G レーザ光で溶接できる。

【 0 0 3 8 】 次に本発明の第 2 実施例の光半導体モジュールについて図 2 を用いて説明する。図 2 は第 2 実施例の光半導体モジュールの構成を示す縦断面図であり、第 1 実施例と同一部分は同一の符号をつけて説明を省略する。本図においても半導体レーザ 1 0 は素子ホルダ 1 1 に取付けられる。素子ホルダ 1 1 の円筒部 1 1 b の内部は第 1 実施例と同様の段付円筒面が形成され、レンズ 2 0 がスペーサ 2 1 を介して保持されている。

【 0 0 3 9 】 レンズ 2 0 は図示のように光軸に沿った断面形状が凸状のレンズ部分と、その外周が円環状になったフランジ部 2 0 a とが一体に形成されたレンズである。又スペーサ 2 1 はフランジ部 2 0 a と略同一形状を有し、半導体レーザ 1 0 のレーザチップ（図示せず）に対するレンズ 2 0 の取付け高さを所定値に保持する働きをしている。尚、接続リング 1 4、レセプタクル 1 5、フェルール 1 6 の形状は夫々第 1 実施例のものと同一で

あり、構成の説明は省略する。

【 0 0 4 0 】 このように構成された第 2 実施例の光半導体モジュールの組立方法と動作について、第 1 実施例と異なる部分についてのみ説明する。図 1 のようなレンズホルダ 1 3 がなくても、半導体レーザ 1 0 のレーザチップの取付け位置はレンズ 2 0 の焦点上になければならない。このため保護キャップ 1 0 b とレンズ 2 0 の間に所定の厚みを有するスペーサ 2 1 を取付け、レンズ 2 0 とレーザチップの位置合わせをする。スペーサ 2 1 は円筒形なので、半導体レーザ 1 0 から出射したレーザ光はスペーサ 2 1 に遮光されることなくレンズ 2 0 に入射する。スペーサ 2 1 とレンズ 2 0 とを素子ホルダ 1 1 と半導体レーザ 1 0 との間に挟み込んでも、その力はフランジ 2 0 a にかかるだけで、レンズ 2 0 のレンズ本体に歪み加わりにくくなる。尚、各部品の位置調整後、矢印 P 5 ~ P 8 で示す部分に Y A G レーザ光で溶接することは第 1 実施例と同様である。

【 0 0 4 1 】 このように第 2 実施例によれば、レンズ 2 0 と半導体レーザ 1 0 との間にスペーサ 2 1 を挿入し、これらを素子ホルダ 1 1 に入れて固定することにより、レンズ 2 0 とスペーサ 2 1 を同時に固定することができる。又スペーサ 2 1 の厚みを調節することにより、半導体レーザ 1 0 のヘッドチップをレンズ 2 0 の焦点位置に容易に位置決めすることができる。

【 0 0 4 2 】 次に本発明の第 3 実施例の光半導体モジュールについて図 3 を用いて説明する。図 3 は第 3 実施例の光半導体モジュールの構成を示す縦断面図であり、第 1 実施例と同一部分は同一の符号をつけて説明を省略する。本図において半導体レーザ 1 0 は前述した実施例と異なる形状の素子ホルダ 3 0 に取付けられる。素子ホルダ 3 0 は円筒状の部材で、その外径は半導体レーザ 1 0 のステム 1 0 a と略同一の径を有している。

【 0 0 4 3 】 素子ホルダ 3 0 の内部には、レンズ 3 1 が固定されたレンズキャップ 3 2 が取付けられている。レンズキャップ 3 2 は、レンズ 3 1 の焦点がレーザチップの取付け位置に一致するよう保護キャップ 1 0 b の外側に取付けられる。レンズ 3 1 は中央部が凸状に形成され、外周部が円筒状に形成され、直径が 4 m m の厚肉レンズであり、半導体レーザ 1 0 から出射されたレーザ光を平行光にする。

【 0 0 4 4 】 次に素子ホルダ 3 0 の上方の接合面に、ボールレンズ 3 3 を内設したレセプタクル 3 4 が取付けられている。ボールレンズ 3 3 は直径が 5 m m の球体レンズで、レンズ 3 1 から出射した平行光を屈折させ、光ファイバ 1 7 の端面にレーザ光を収束させるレンズである。レセプタクル 3 4 は図 1 のレセプタクル 1 5 と同様にフランジ部 3 4 a と円筒部 3 4 b とを有しており、特にフランジ部 3 4 a は円筒状の固定部 3 4 c と一体に結合されている。固定部 3 4 c の内部にはボールレンズ 3 3 が例えば圧入により保持されている。尚、光ファイバ

17を含むフェルール16の形状と、レセプタクル34に対するフェルール16の取付け方法は第1及び第2実施例のものと同一である。

【0045】このように構成された第3実施例の光半導体モジュールの組立方法と動作について、前述した実施例と異なる部分についてのみ説明する。まず、レンズキャップ32の頭部にレンズ31を取付ける。そしてこのレンズキャップ32を保護キャップ10bの上からかぶせて半導体レーザ10に溶接固定する。このときレンズキャップ32におけるレンズ31の高さは、半導体レーザ10から出射したレーザ光を平行光にする位置に固定される。そしてレンズキャップ32を固定した半導体レーザ10を素子ホルダ30に挿入し、矢印P9で示す部分をYAGレーザ光を用いて溶接固定する。

【0046】次に、フェルール16の孔に光ファイバ17を挿入して固定し、先端部を鏡面研磨する。このフェルール16をレセプタクル34の上方の孔から挿入する。又、固定部34cの内部に設けた孔にはボールレンズ33を圧入する。半導体レーザ10から出射したレーザ光はレンズ31で平行光に変換され、さらにそのレーザ光はボールレンズ33で集束される。次に素子ホルダ30をレセプタクル34に対して光軸と直角方向に位置調整し、レーザ光が能率良く光ファイバ17に入射する位置で矢印P10で示す部分にYAGレーザ光を照射して溶接固定する。

【0047】レンズ31とボールレンズ33の間はほぼ平行状態の準コリメート光で結合されているので、レンズ31とボールレンズ33の間隔が変化しても、光の結合効率はほとんど変化しない。又、準コリメート光で結合されているので、光ファイバ17の中心軸と直角な方向に入射光が位置ずれしても、光の結合効率が変化しにくく、30%以上の高い結合効率を得ることができる。又、ボールレンズ33はレンズ31よりも有効口径が大きいので、レンズ31から出射したレーザ光は全てボールレンズ33に入射する。このため光ファイバ17への結合効率を更に高めることができる。

【0048】このように第3実施例の光半導体モジュールによれば、レンズ31を設けたレンズキャップ32を半導体レーザ10に被せ、光ファイバ17とボールレンズ33をレセプタクル34で接続している。又、レンズキャップ32とボールレンズ33との間を準コリメート光で結合することにより、軸方向の調整を省いて光軸調整を簡素化することができる。更に、ボールレンズ33はレンズキャップ32の断面より大きいので、レンズキャップ32から出射したレーザ光の大半をボールレンズ33で集光させることができる。

【0049】このような構成により、光ファイバ17へのレーザ光の結合効率を高めることができる。尚レンズキャップ32を、保護キャップ10bを持つ半導体レーザ10に被せるとしたが、保護キャップ10bを持たな

い半導体レーザ10にレンズキャップ32を被せ、両者の接触部分を密閉溶接して固定してもよいことは言うまでもない。

【0050】次に本発明の第4実施例の光半導体モジュールについて図4、図5を用いて説明する。図4は第4実施例の光半導体モジュールの構成を示す縦断面図であり、第3実施例と同一部分は同一の符号をつけて説明を省略する。本図においても半導体レーザ10は第3実施例と同一の素子ホルダ30に取付けられ、又素子ホルダ30も図3と同一のレセプタクル34に結合されている。

【0051】第3実施例と異なり、一部の球面が平面にカットされた角柱レンズ40が用いられている。角柱レンズ40はレンズホルダ41に保持されている。図5は角柱レンズ40とレンズホルダ41の形状を示す図であり、(a)は光軸と直角に切断した断面図で、(b)は光軸と平行な面から見た正面図、(c)は光軸と平行な面から見た側面図である。即ちレンズホルダ41は外周面が円柱状に形成され、その一部は図5(a)で示すように平面状に切除されている。又、レンズホルダ41の内部は角柱状に切り欠かれ、4側面のうち1つが削ぎ落とされている。角柱レンズ40は図5(b)、(c)に示すように、下部の入射面と上部の出射面が球面の一部となるよう形成され、光軸に沿った4つの側面は夫々平面状にカットされている。

【0052】このように構成された第4実施例の光半導体モジュールの組立方法と動作について、第3実施例と異なる部分についてのみ説明する。まず、ボールレンズを図5(a)の断面図に示すように側面が4角柱となるよう4面を切断し、角柱レンズ40を形成する。次に角柱レンズ40をコの字型に内部を切削したレンズホルダ41に圧入するか、又は接着固定する。図5

(a)、(b)のようにレンズホルダ41に固定された角柱レンズ40は、光の入射面及び出射面が物理的に限定されるので、この面に反射防止膜を付ける。

【0053】このように角柱レンズ40はレンズホルダ41を介して図4の取付孔34dに圧入して固定される。半導体レーザ10から出射したレーザ光は平行光となり、角柱レンズ40に入射する。そしてここを通過したレーザ光は収束され、光ファイバ17に入射する。角柱レンズ40の入射面及び出射面には反射防止膜がコートされているので、各表面での反射量が減少した分だけ光の結合効率が高まる。

【0054】このように角柱レンズ40を外形が円柱状のレンズホルダ41に挿入固定することにより、角柱レンズ40をレセプタクル34に容易に固定することができる。又角柱レンズ40においてレーザ光の透過する面を限定できるので、この透過面にだけ反射防止膜を設ければよく、光の透過率を高め、光ファイバへの結合効率をより一層高めることができる。

【0055】次に本発明の第5実施例の光半導体モジュールについて図6を用いて説明する。図6は第6実施例の光半導体モジュールの構成を示す縦断面図であり、構成部品は第3実施例と同一である。従って構成部品の符号は第3実施例と同一とし、その説明を省略する。

【0056】本実施例では半導体レーザ10のヘッドチップ10cがレンズ31の中心軸に対してずれて取付けられる。レーザチップ10cから出射されたレーザ光B1は広がりながらレンズ31に斜めに入射する。そしてレンズ31を通過すると、平行なレーザ光B2に変換される。この平行なレーザ光B2はボールレンズ33の上下の中心軸に対して傾いて入射し、収束されたレーザ光B3となる。そしてこのレーザ光B3はフェルール16に保持された光ファイバ17に入射する。

【0057】このように光ファイバ17にレーザ光を入射させるために、素子ホルダ30をレセプタクル34に対して光軸と直角方向に微動させ、光軸調整を行う。光ファイバ17への入射光が最大となる位置で素子ホルダ30とレセプタクル34を固定し、矢印P10で示す部分をYAGレーザ光で溶接する。こうするとレーザチップ10cから出射したレーザ光はレンズ31、ボールレンズ33、及び光ファイバ17に斜めに入射するので、各反射面で反射した光がレーザチップ10cには戻らなくなる。このため、レーザチップ10cに光のエネルギーが加わらなくなり、発振の雑音及び歪みを低減することができる。

【0058】

【発明の効果】以上のように、本願の請求項1、4の発明によれば、接続リングの円筒部と素子ホルダの外周面を軸方向に動かし、レセプタクルのフランジ部と接続リングの接合部を軸と直角方向に動かして光軸調整をすることができる。このため、レンズと半導体レーザを素子ホルダに組み込むと同時に、レンズを固定することができる。従ってレンズの固定工程を省くことができ、かつ半導体レーザと光ファイバとを結合することができる。

【0059】又本願の請求項2、4の発明によれば、前述した効果に加えて、接続リングの位置を光軸と直角方向に少々動かしても、常にレセプタクルと接続リングが接している。このため各部品を溶接等により密着固定することができる。

【0060】又本願の請求項3、4の発明によれば、レンズホルダがない場合でもスペーサを設けることにより、レンズの焦点を半導体レーザの光源に容易に合わせることができる。

【0061】又本願の請求項5の発明によれば、レーザ光を収束するレンズと、ボールレンズとの間を通過するレーザ光のビーム径が大きくなっているため、レセプタクルと素子ホルダを光軸と直角方向に微動させるだけで、光軸調整することができる。

【0062】又本願の請求項6の発明によれば、請求項

5の発明の作用に加えて、レンズ及びボールレンズの有効口径が大きいので、結合効率の高い光学系が実現できる。

【0063】又本願の請求項7の発明によれば、レンズと、ボールレンズとの間を通過するレーザ光が平行になっているので、中心軸と直角方向にだけ光軸調整するだけで高い結合効率を実現できる。

【0064】又本願の請求項8の発明によれば、ボールレンズを4角柱状に切断した角柱レンズをレンズホルダに取り付けているので、このレンズを容易にレセプタクルに固定することができる。

【0065】又本願の請求項9の発明によれば、レンズ付きのレンズキャップを半導体レーザに密閉して取付けることにより、半導体レーザ自身の保護キャップを無くすることができる。

【0066】更に本願の請求項10の発明によれば、半導体レーザから出射されたレーザ光は、レンズ、ボールレンズ、光ファイバの入射面に対し夫々斜めに入射するので、これらの光学系で反射した光は半導体レーザには戻らない。このため半導体レーザの発振の雑音及び歪みを低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例における光半導体モジュールの構成を示す断面図である。

【図2】本発明の第2実施例における光半導体モジュールの構成を示す断面図である。

【図3】本発明の第3実施例における光半導体モジュールの構成を示す断面図である。

【図4】本発明の第4実施例における光半導体モジュールの構成を示す断面図である。

【図5】第4実施例の光半導体モジュールに用いられるレンズ及びレンズホルダの構成を示す図である。

【図6】本発明の第5実施例における光半導体モジュールの構成を示す断面図である。

【図7】従来の光半導体モジュール装置の構成例を示す断面図である。

【符号の説明】

10 半導体レーザ

10a ステム

10b 保護キャップ

10c レーザチップ

11, 30 素子ホルダ

11a, 11b, 14a, 15b, 34b 円筒部

12, 20, 31 レンズ

13, 41 レンズホルダ

14 接続リング

14b 接合部

15, 34 レセプタクル

15a, 20a, 34a フランジ部

15c 孔

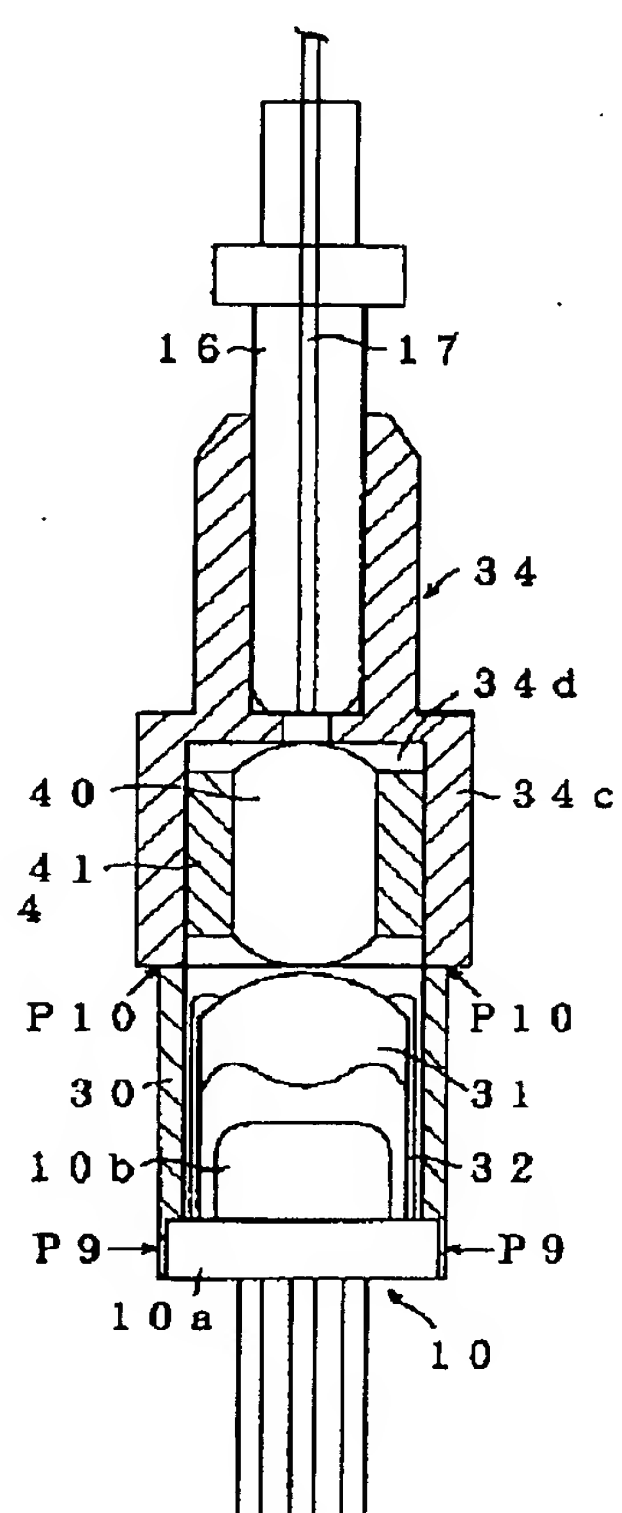
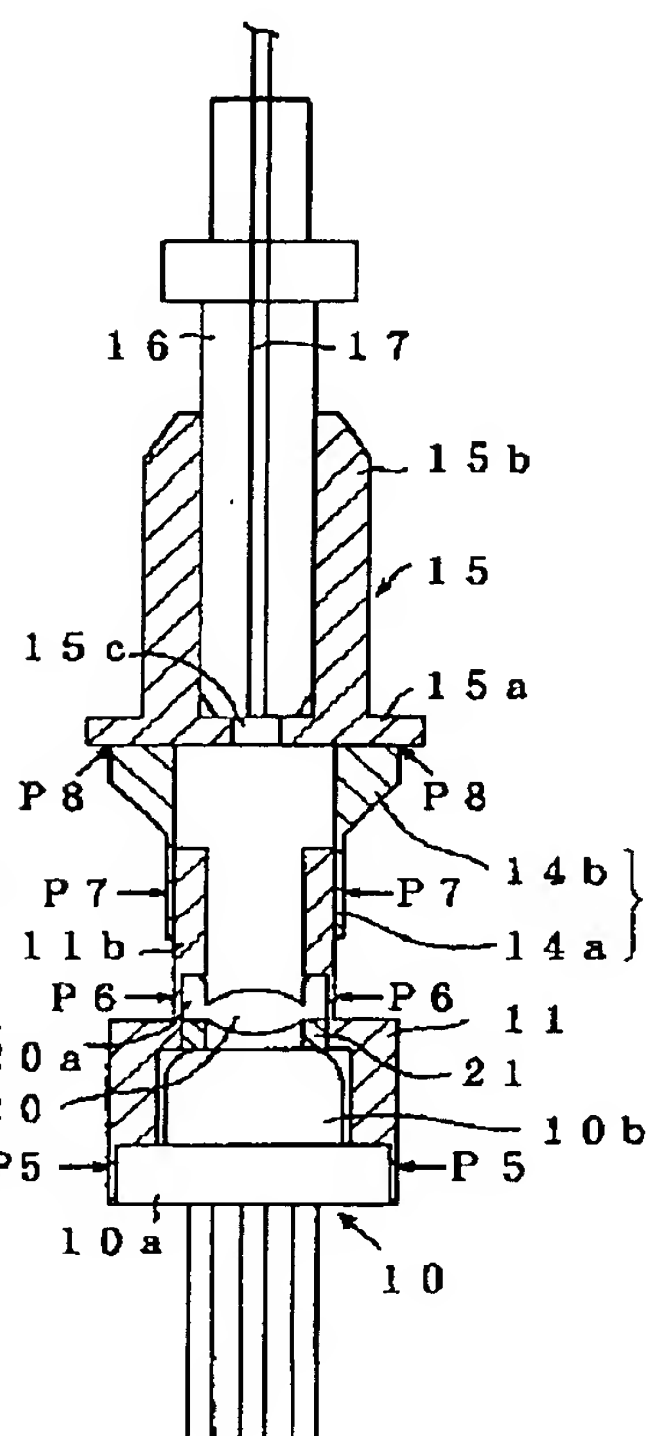
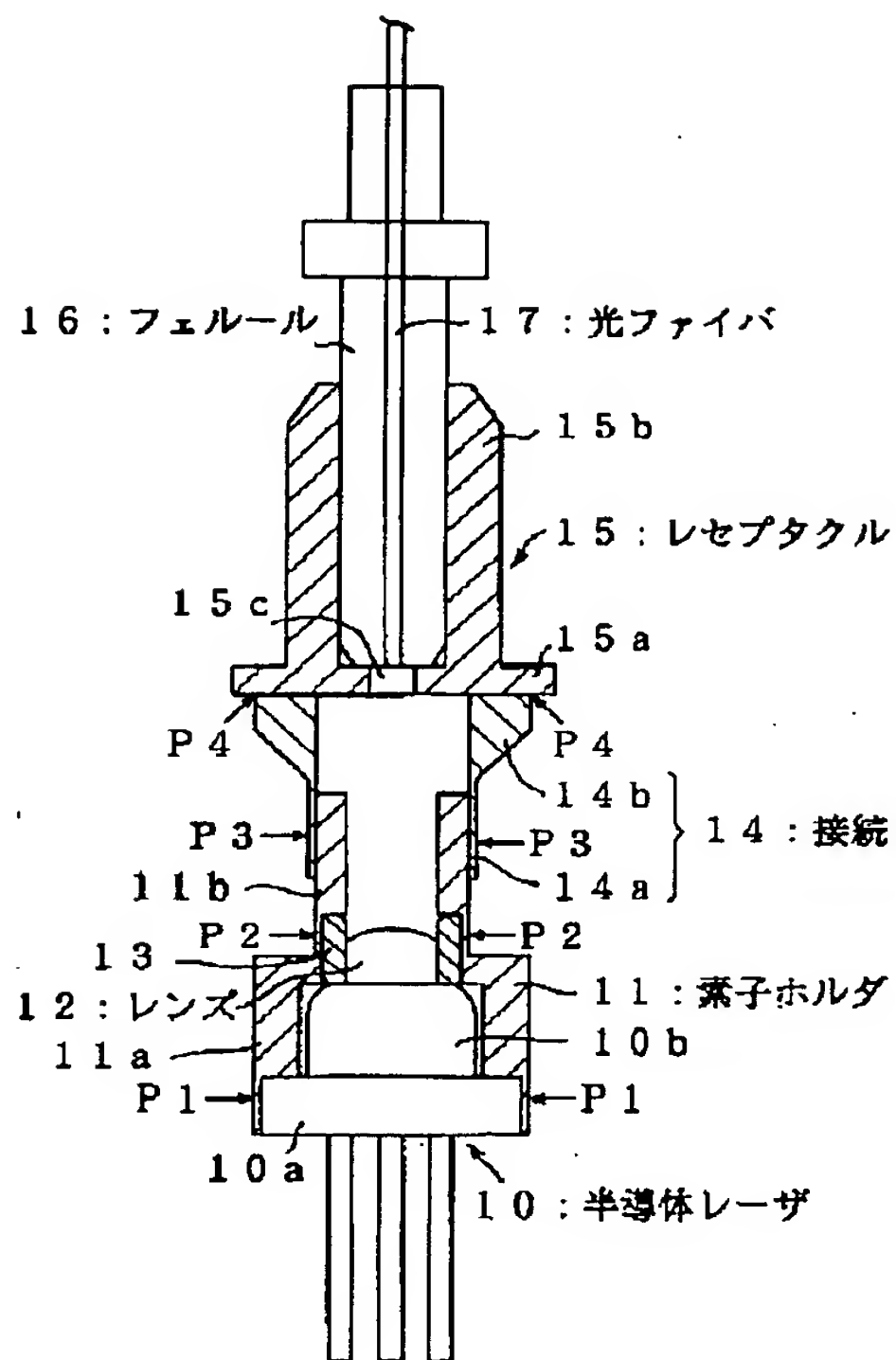
16 フェルール
17 光ファイバ
21 スペース
30a 接合面
32 レンズキャップ

33 ボールレンズ
34c 固定部
34d 取付孔
40 角柱レンズ

【図1】

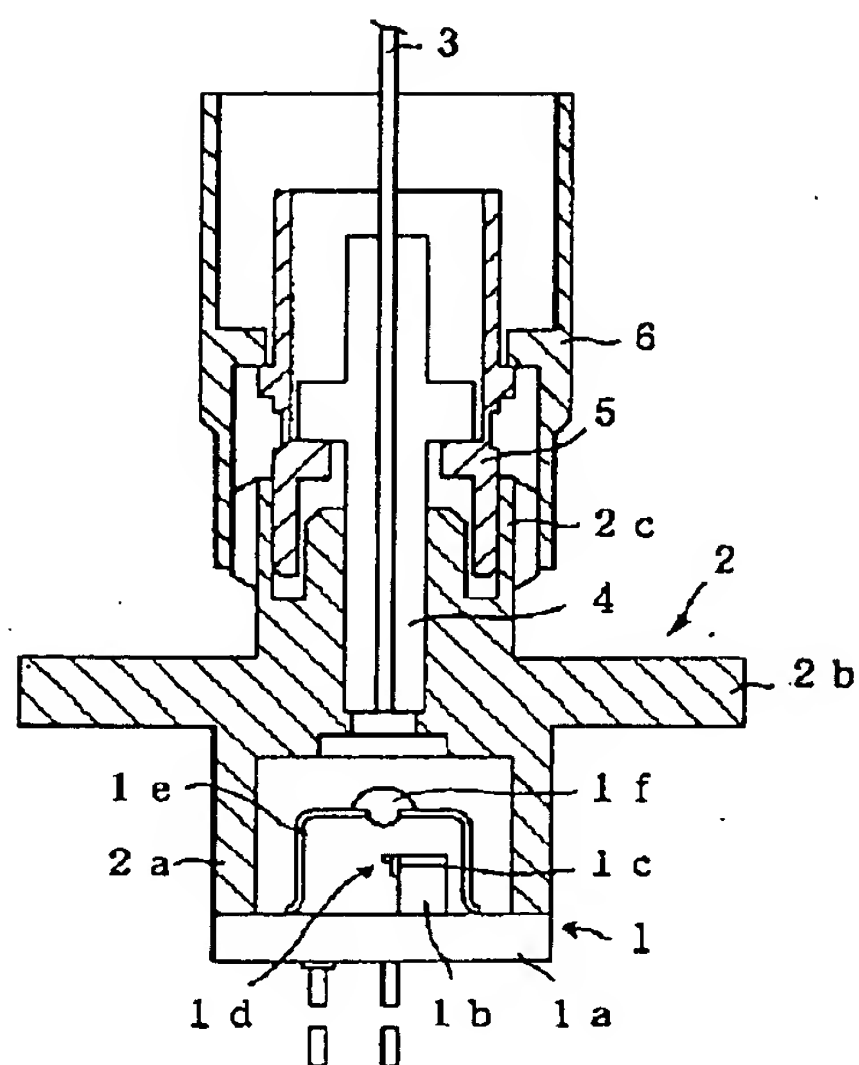
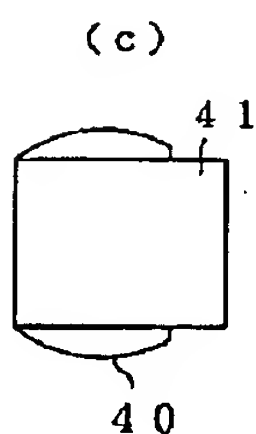
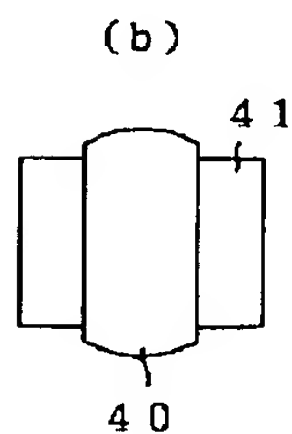
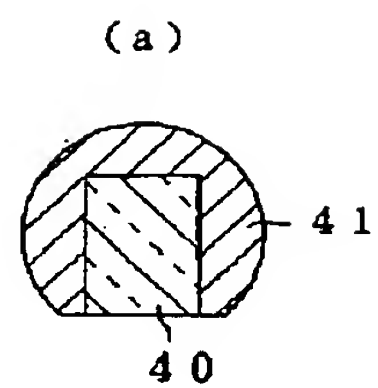
【図2】

【図4】

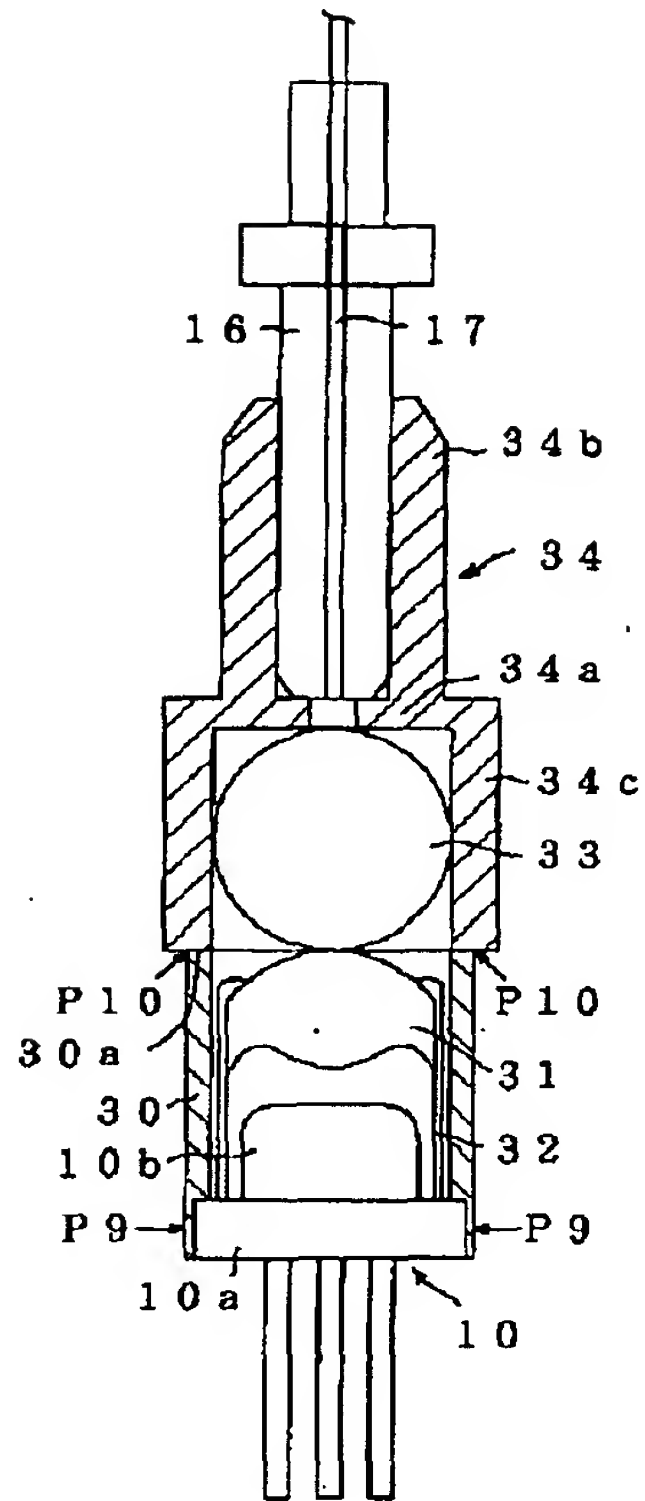


【図5】

【図7】



【図 3】



【図 6】

